

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2866540号

(45) 発行日 平成11年(1999) 3月 8日

(24) 登録日 平成10年(1998)12月18日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I
G 0 2 F 1/1335	5 1 0	G 0 2 F 1/1335 5 1 0
G 0 2 B 5/30		G 0 2 B 5/30
G 0 9 F 9/35		G 0 9 F 9/35

請求項の数 1 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平4-276076

(22) 出願日 平成4年(1992)10月14日

(65) 公開番号 特開平6-75116

(43) 公開日 平成6年(1994)3月18日

審査請求日 平成8年(1996)7月4日

審判番号 平9-6656

審判請求日 平成9年(1997)4月24日

(31) 優先権主張番号 特願平4-169539

(32) 優先日 平4(1992)6月26日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(73) 特許権者 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 山原 基裕

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(72) 発明者 佐々木 圭

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小池 隆彌 (外1名)

合議体

審判長 豊岡 静男

審判官 東森 秀朋

審判官 横林 秀治郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 対向する表面に透明電極層および配向膜がそれぞれ形成された一对の透光性基板間に液晶分子が略90度捩れ配向された液晶層を介在してなる液晶表示素子と、該液晶表示素子の両主面側に配置される一对の偏光板とを具備してなるノーマリホワイトモードの液晶表示装置において、

前記液晶表示素子と前記偏光板との間の少なくとも一方に、前記液晶表示素子の主面に対する法線方向から傾斜した方向の主屈折率 $n_b$ が該主面内の主屈折率 $n_a$ 、 $n_c$ より小さく、屈折率異方性が負である位相差板が配置され、

該位相差板の主屈折率 $n_b$ は、前記法線方向に対して最近接する前記透光性基板に施されたラビングの方向と略反対方向に向かって傾斜され、

2

該位相差板と前記液晶表示素子の間で、前記液晶表示素子の視角に対応した位相差変化を補償する補償関係が構築されていることを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、液晶表示装置に関し、特に表示画面の視角特性を改善する液晶表示装置に関する。

【0002】

10 【従来の技術】 従来から、ネマティック液晶表示素子を用いた液晶表示装置は、時計や電卓などの数値セグメント型表示装置に広く用いられており、液晶表示素子の透光性基板には薄膜トランジスタなどの能動素子が、液晶に電圧を印加する画素電極を選択駆動するスイッチング手段として形成され、さらに赤色、緑色、青色などのカ

## 3

ラーフィルタ層がカラー表示手段として設けられており、液晶のツイスト角に応じて (a) ネマティック液晶分子を90度ねじれ配向させたアクティブ駆動型ツイストネマティック (Twisted Nematic、以下「TN」と略称する) 液晶表示方式と、(b) ネマティック液晶分子のツイスト角を90度以上とすることによって透過率-液晶印加電圧特性の鋭い急峻性を利用したマルチプレックス駆動型スーパーツイストネマティック (Super Twisted Nematic、以下「STN」と略称する) 液晶表示方式などが知られている。

【0003】後者の (b) マルチプレックス駆動型STN液晶表示方式は、特有の色付きが存在するため、白黒表示を行うには、光学的補償板を配置する方式が有力であると考えられており、光学的補償板に応じて、(b-1) 表示用液晶セルと逆方向のツイスト角でねじれ配向させた液晶セルを用いた二層型のダブルスーパーツイストネマティック (Double Super Twisted Nematic) 液晶表示方式と、(b-2) 光学的異方性を有するフィルムを配置したフィルム付加型液晶表示方式とに大別され、軽量性、低コストの観点から、(b-2) フィルム付加型液晶表示方式が有力であると考えられている。

【0004】一方、前者の (a) アクティブ駆動型TN液晶表示方式は、(a-1) 一对の偏光板の偏光方向を相互に平行に配置して、液晶層に電圧を印加しない状態 (オフ状態) で黒色を表示するノーマリブラック方式と、(a-2) 偏光方向を相互に直交するように配置して、オフ状態で白色を表示するノーマリホワイト方式の2種類に大別され、表示コントラスト、色再現性、表示の視角依存性の観点からノーマリホワイト方式が有力であると考えられている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のTN液晶表示装置において、液晶分子に屈折率異方性が存在し、また上下の電極基板に対して液晶分子が傾斜して配向しているため、観察する視角によって表示画像のコントラストが変化して、視角依存性が大きくなるという課題がある。特に、図3や図19の液晶表示素子の平面図で示すように、画面法線方向から正視角方向に視角を傾けていくと、ある角度以上で表示画像が着色する現象 (以下、「着色現象」という) や、白黒が反転する現象 (以下、「反転現象」という) が発生する。また、反視角方向に視角を傾けてゆくと、急激にコントラストが低下する。

【0006】そこで、このような視角依存性を改善するために、図7の斜視図で示すような、屈折率楕円体の1つの主屈折率の方向が表面の法線方向に対して平行な位相差板を液晶層と偏光板の間に介在させることによって、光の位相を補償することが考えられているが、この

## 4

ような位相差板を用いても正視角方向の反転現象を改善するには限界があるという課題がある。

【0007】本発明の目的は、前述した課題を解決するため、表示画像の視角に依存して生ずるコントラスト変化、着色現象、反転現象を解消することができる位相差板および当該位相差板を用いることによって高品質の画像を表示することができる液晶表示装置を提供することである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、対向する表面に透明電極層および配向膜がそれぞれ形成された一对の透光性基板間に液晶分子が略90度振れ配向された液晶層を介在してなる液晶表示素子と、該液晶表示素子の両主面側に配置される一对の偏光板とを具備してなるノーマリホワイトモードの液晶表示装置において、前記液晶表示素子と前記偏光板との間の少なくとも一方に、前記液晶表示素子の主面に対する法線方向から傾斜した方向の主屈折率 $n_b$ が該主面内の主屈折率 $n_a$ 、 $n_c$ より小さく、屈折率異方性が負である位相差板が配置され、該位相差板の主屈折率 $n_b$ は、前記法線方向に対して最近接する前記透光性基板に施されたラビングの方向と略反対方向に向かって傾斜され、該位相差板と前記液晶表示素子の間で、前記液晶表示素子の視角に対応した位相差変化を補償する補償関係が構築されていることを特徴とする液晶表示装置である。

【0009】本発明に従えば、ノーマリホワイトモードのTN型などの液晶表示装置において、位相差板の主屈折率 $n_b$ は、法線方向に対して最近接する透光性基板に施されたラビングの方向と略反対方向に向かって傾斜される。その結果、位相差板と光学的位相差が補償関係にあるのが、最近接配置された透光性基板のラビング面近傍に位置する液晶分子となる。こうして正視角方向に視角を傾けていくと、或る角度以上で生じる着色現象および反転現象を解消し、また反視角方向に視角を傾けていくと、或る角度以上で急激にコントラストが低下する現象を解消することができる。

【0010】さらに本発明に従えば、液晶層および位相差板の屈折率異方性 $\Delta n$ には波長依存性があることに着目し、可視光の全波長域で補償効果を得るために、位相差板の屈折率異方性 $\Delta n$ の波長依存性を、液晶層と揃えるようにし、こうして全波長域にわたり、本件液晶表示装置における視角による屈折率異方性 $\Delta n$ の変化を小さくし、位相のずれを殆どなくして、着色の現象が生じないようにすることができる。

## 【0011】

【実施例】図1は、本発明の前提となる構成において用いられる位相差板1の斜視図である。位相差板1は、延伸された高分子化合物、たとえばポリカーボネート、ポリエステルなど光学的異方性を有する材料が厚さ $d$ の平板状に形成されており、表面を $x-y$ 平面とする直交座

## 5

標系  $x y z$  を定義すると、屈折率楕円体の3つの主屈折率  $n_a$ ,  $n_b$ ,  $n_c$  のうち、最小の主屈折率  $n_a$  の方向（進相軸）が  $y$  軸方向と平行であり、主屈折率  $n_b$  の方向が表面の法線方向（図1中の  $Z$  軸）に対して  $y$  軸まわりを角度  $\theta$  で矢印20の方向に傾斜して構成されている。

【0012】図2は、本発明の前提となる液晶表示装置の分解断面図である。液晶表示装置2は、表面にITO（インジウム錫酸化物）などから成る透明電極層8、9およびポリイミド、ポリビニルアルコールなどから成る配向膜10、11が形成された一対のガラス基板6、7の間に、ネマティック液晶などから成る液晶層12が樹脂などから成る封止部材13で封入されることによって構成される液晶表示素子5と、液晶表示素子5の両側に配置される一対の偏光板3、4と、液晶表示素子5と偏光板3との間に図1に示す位相差板1が介在して、図2の示す順序で積層されることによって構成される。

【0013】配向膜10、11の各表面は、介在する液晶分子が約  $90^\circ$  のねじれ配向するように、予めラビング処理が施されており、図3の平面図に示すように、ガラス基板6上の配向膜10のラビング方向は矢印21の方向であり、ガラス基板7上の配向膜11のラビング方向は、矢印21に対して垂直な矢印22の方向に処理されている。

【0014】図4は、図2に示す液晶表示装置2の分解斜視図である。偏光板3の透過軸23と偏光板4の透過軸24とが互いに直交するように配置されているとともに、偏光板4の透過軸24と液晶表示素子5の配向膜10のラビング方向21と、位相差板1の最小主屈折率  $n_a$  の方向である進相軸25とが互いに平行となるように設定され、一方、偏光板3の透過軸23と液晶表示素子5の配向膜11のラビング方向22とが互いに平行となるように設定されている。したがって、液晶表示素子5の液晶層12に電圧を印加しないとき、液晶表示装置2が光を透過して白色表示を行う方式、いわゆるノーマリホワイト表示方式で構成されている。なお、位相差板1は、偏光板3と偏光板4の間のいずれかに介在していれば位相補償が可能となり、偏光板4と液晶表示素子5との間に介在しても構わず、さらに2枚以上の複数枚で構成されていても構わない。

【0015】次に、こうして得られる液晶表示装置2の具体的構成とその視角依存性を測定した結果を説明する。図5は、液晶表示装置2の視角依存性の測定系を示す概略斜視図である。液晶表示装置2を構成する液晶表示素子5のガラス基板6と位相差板1とが接触する面26を直交座標系  $x y z$  の基準面  $x-y$  に設定して、面26の法線方向27に対して角度  $\phi$  の方向であって、座標原点から所定距離の位置に、一定の立体受光角を有する受光素子71を配置して、偏光板4側から波長  $550\text{ nm}$  の単色光を入射する。なお、受光素子71の出力は、

## 6

増幅器72で所定のレベルに増幅され、波形メモリやレコーダなどの記録手段73によって記録される。

【0016】（構成1）

図2の液晶表示装置2において、液晶層12として屈折率異方性  $\Delta n$  が0.08であるネマティック液晶材料を用い、液晶層12の厚さを  $4.5\text{ }\mu\text{m}$  に設定するとともに、位相差板1としてポリカーボネート、ポリエステルなどの高分子化合物を延伸したものであって、図1に示すように、主屈折率  $n_c$  と主屈折率  $n_a$  との差および位相差板1の厚さ  $d$  の積  $(n_c - n_a) \times d$  を意味する第1のリタデーション (retardation) 値が  $0\text{ nm}$  であって、主屈折率  $n_c$  と主屈折率  $n_b$  との差および位相差板1の厚さ  $d$  の積  $(n_c - n_b) \times d$  を意味する第2のリタデーション値が  $-100\text{ nm}$  である一軸性のものを使用しており、主屈折率  $n_b$  の方向が位相差板1の表面の法線方向に対して矢印20で示す反時計まわりに  $40^\circ$  傾いており、同様に主屈折率  $n_c$  の方向が表面に対して  $40^\circ$  の角度をなしている。

【0017】このような液晶表示装置2を図5に示す測定系に設置して、受光素子71が一定の角度  $\phi$  で固定された場合に、液晶表示素子5への印加電圧に対する受光素子71の出力レベルを測定し、その結果を図6の透過率—液晶印加電圧特性のグラフとして示す。図6において、ラインL1は角度  $\phi = 0^\circ$  の場合、ラインL2は角度  $\phi = 30^\circ$  の場合、ラインL3は角度  $\phi = 45^\circ$  の場合をそれぞれ示している。この結果から、液晶印加電圧を  $0\text{ V}$  から徐々に上げていくと  $4.5\text{ V}$  付近までに透過率が  $0\%$  に下がり、さらに液晶印加電圧を上げてても透過率があまり再上昇していないことが理解される。さらに、液晶印加電圧が約  $1\text{ V}$  付近での透過率が、ラインL1、ラインL2、ラインL3において大差なく、視角依存性が改善されていることが理解される。

【0018】（比較例1）

図8の液晶表示装置32は、位相差板1を除いて図2の液晶表示装置2と同様な構成であって、液晶層12として屈折率異方性  $\Delta n$  が0.08であるネマティック液晶材料を用い、液晶層12の厚さを  $4.5\text{ }\mu\text{m}$  に設定するとともに、図1に示した位相差板1の代わりに図7に示す位相差板31を用いている。位相差板31は、ポリカーボネートなどの高分子化合物を延伸したものであって、第1のリタデーション値  $(n_c - n_a) \times d$  が  $0\text{ nm}$  であって、第2のリタデーション値  $(n_c - n_b) \times d$  が  $-100\text{ nm}$  である一軸性のもので、主屈折率  $n_b$  の方向が表面の法線方向と平行に形成されている。

【0019】このような液晶表示装置32を、構成1と同様に、図5に示す測定系に設置して、受光素子71が一定の角度  $\phi$  で固定された場合に、液晶印加電圧に対する受光素子71の出力レベルを測定し、その結果を図9の透過率—液晶印加電圧特性のグラフとして示す。図9において、ラインL4は角度  $\phi = 0^\circ$  の場合、ラインL

## 7

5は角度 $\phi = 30^\circ$ の場合、ラインL6は角度 $\phi = 45^\circ$ の場合をそれぞれ示している。この結果から、液晶印加電圧を0Vから徐々に上げていくと、ラインL5は3.2V付近で透過率がほぼ0%に下がるが、さらに液晶印加電圧を上げていくと僅かに上昇する傾向があり、ラインL6は、透過率が完全に0%にならずに再上昇していることが理解される。さらに、液晶印加電圧が1V付近での透過率が、角度 $\phi = 0^\circ$ から大きくなるにつれて低下している。したがって、構成1のものは本比較例1のものと比べて視角依存性がかなり改善されていることが理解される。

## 【0020】(構成2)

図2の液晶表示装置2において、液晶層12として屈折率異方性 $\Delta n$ が0.08であるネマティック液晶材料を用い、液晶層12の厚さを4.5 $\mu\text{m}$ に設定するとともに、位相差板1としてポリカーボネート、ポリエステルなどの高分子化合物を延伸したものであって、第1のリタデーション値 $(n_c - n_a) \times d$ が220nmであり、第2のリタデーション値が $(n_c - n_b) \times d$ が35nmである二軸性のもので、主屈折率 $n_b$ の方向が位相差板1の表面の法線方向に対して図1中の矢印20とは反対方向の時計まわりに $40^\circ$ 傾いており、同様に主屈折率 $n_c$ の方向が表面に対して時計まわりに $40^\circ$ の角度をなしている。

【0021】このような液晶表示装置2を、図5に示す測定系に設置して、受光素子71が一定の角度 $\phi$ で固定された場合に、液晶表示素子5への液晶印加電圧に対する受光素子71の出力レベルを測定し、その結果を図10の透過率-液晶印加電圧特性のグラフとして示す。図10において、ラインL7は角度 $\phi = 0^\circ$ の場合、ラインL8は角度 $\phi = 30^\circ$ の場合、ラインL9は角度 $\phi = 45^\circ$ の場合をそれぞれ示している。この結果から、液晶印加電圧を0Vから徐々に上げていくと4.5V付近までに透過率が0%に下がり、さらに液晶印加電圧を上げてても透過率が再上昇していないことが理解される。さらに、液晶印加電圧が約1V付近での透過率が、ラインL7、ラインL8、ラインL9において大差なく、視角依存性が改善されていることが理解される。

## 【0022】(比較例2)

図8に示す液晶表示装置32は、位相差板1を除いて図2の液晶表示装置2と同様な構成であって、液晶層12として屈折率異方性 $\Delta n$ が0.08であるネマティック液晶層を用い、液晶層12の厚さを4.5 $\mu\text{m}$ に設定するとともに、図1に示した位相差板1の代わりに図7に示す位相差板31を用いている。位相差板31は、ポリカーボネートなどの高分子化合物を延伸したものであって、第1のリタデーション値 $(n_c - n_a) \times d$ が220nmであって、第2のリタデーション値 $(n_c - n_b) \times d$ が35nmの二軸性のもので、主屈折率 $n_b$ の方向が表面の法線方向と平行に形成されている。

## 8

【0023】このような液晶表示装置32を構成2と同様に、図5に示す測定系に設置して、受光素子71が一定の角度 $\phi$ で固定された場合に、液晶印加電圧に対する受光素子71の出力レベルを測定し、その結果を、図11の透過率-液晶印加電圧特性のグラフとして示す。図11において、ラインL10は角度 $\phi = 0^\circ$ の場合、ラインL11は角度 $\phi = 30^\circ$ の場合、ラインL12は角度 $\phi = 45^\circ$ の場合をそれぞれ示している。この結果から、液晶印加電圧を0Vから徐々に上げていくと、ラインL11は2.9V付近で透過率がほぼ0%に下がるが、さらに液晶印加電圧を上げていくと僅かに上昇する傾向にあり、ラインL12は透過率が2.8V付近でほぼ0%になるが、さらに上げていくと再上昇していることが理解される。さらに、液晶印加電圧が1V付近での透過率が、角度 $\phi = 0^\circ$ から大きくなるにつれて低下している。したがって構成2のものは本比較例2のものと比べて視角依存性がかなり改善されていることが理解される。

## 【0024】(構成3)

図12の液晶表示装置2において、液晶層12として屈折率異方性 $\Delta n$ が0.08であるネマティック液晶材料を用い、液晶層12の厚さを4.5 $\mu\text{m}$ に設定するとともに、液晶表示素子5と偏光板3の間に介在する2枚の位相差板1a、1bとしてポリカーボネート、ポリエステルなどの高分子化合物を延伸したものであって、位相差板1aについては第1のリタデーション値 $(n_c - n_a) \times d$ が350nmであって、第2のリタデーション値 $(n_c - n_b) \times d$ が210nmの二軸性のものであって、主屈折率 $n_b$ の方向が位相差板1の表面の法線方向に対して図1中の矢印20とは反対方向の時計まわりに $20^\circ$ 傾いており、同様に主屈折率 $n_c$ の方向が表面に対して時計まわりに $20^\circ$ の角度をなしている。さらに、最小主屈折率 $n_a$ の方向(進相軸)25aはガラス基板6上の配向膜10のラビング方向21と平行になるように配置されている。

【0025】一方、位相差板1bにおいて、位相差板1aと同様に、ポリカーボネート、ポリエステルなどの高分子化合物を延伸したものであって、第1のリタデーション値 $(n_c - n_a) \times d$ が350nmであって、第2のリタデーション値 $(n_c - n_b) \times d$ が210nmの二軸性のものであって、主屈折率 $n_b$ の方向が位相差板1の表面の法線方向に対して図1中の矢印20で示す反時計まわりに $20^\circ$ 傾いており、同様に主屈折率 $n_c$ の方向が表面に対して $20^\circ$ の角度をなしている。さらに、最小主屈折率 $n_a$ の方向(進相軸)25bは、ガラス基板6上の配向膜10のラビング方向21と垂直になるように配置される。

【0026】このような液晶表示装置2を、図5に示す測定系に設置して、受光素子71が一定の角度 $\phi$ で固定された場合に、液晶表示素子5への液晶印加電圧に対す

る受光素子 7 1 の出力レベルを測定し、その結果を図 1 3 の透過率—液晶印加電圧特性のグラフとして示す。図 1 3 において、ライン L 1 3 は角度  $\phi = 0^\circ$  の場合、ライン L 1 4 は角度  $\phi = 30^\circ$  の場合、ライン L 1 5 は角度  $\phi = 45^\circ$  の場合をそれぞれ示している。この結果から、液晶印加電圧を 0 V から徐々に上げていくと 4. 5 V 付近までに透過率が 0 % に下がり、さらに液晶印加電圧を上げてても透過率が再上昇していないことが理解される。さらに、液晶印加電圧が 1 V 付近での透過率が、ライン L 1 3, ライン L 1 4, ライン L 1 5 においてあまり大差なく、視角依存性が改善されていることが理解される。

#### 【0027】（比較例 3）

本比較例において、図 1 4 の液晶表示装置 3 4 は、位相差板 1 a、1 b を除いて図 1 2 の液晶表示装置 2 と同様な構成であって、液晶層 1 2 として屈折率異方性  $\Delta n$  が 0. 08 であるネマティック液晶層を用い、液晶層 1 2 の厚さを 4. 5  $\mu\text{m}$  に設定するとともに、位相差板 3 1 a、3 1 b として図 1 に示した位相差板 1 の代わりに図 7 に示す位相差板 3 1 をそれぞれ用いている。位相差板 3 1 a は、ポリカーボネートなどの高分子化合物を延伸したものであって、第 1 のリタレーション値  $(n_c - n_a) \times d$  が 350 nm であって、第 2 のリタレーション値  $(n_c - n_b) \times d$  が 210 nm の二軸性のものであって、主屈折率  $n_b$  の方向が表面の法線方向と平行に形成されている。さらに、最小主屈折率  $n_a$  の方向（進相軸）3 3 a はガラス基板 6 上の配向膜 1 0 のラビング方向 2 1 と平行になるように配置される。

【0028】一方、位相差板 3 1 b は、位相差板 3 1 a と同様に、ポリカーボネートなどの高分子化合物を延伸したものであって、第 1 のリタレーション値  $(n_c - n_a) \times d$  が 350 nm であり、第 2 のリタレーション値  $(n_c - n_b) \times d$  が 210 nm の二軸性のものであって、主屈折率  $n_b$  の方向が表面の法線方向と平行に形成されている。さらに、最小主屈折率  $n_a$  の方向（進相軸）3 3 b はガラス基板 6 上の配向膜 1 0 のラビング方向 2 1 と垂直となるように配置される。

【0029】このような液晶表示装置 3 4 を、構成 3 と同様に、図 5 に示す測定系に設置して、受光素子 7 1 が一定の角度  $\phi$  で固定された場合に、液晶印加電圧に対する受光素子 7 1 の出力レベルを測定し、その結果を図 1 5 の透過率—液晶印加電圧特性のグラフとして示す。図 1 5 において、ライン L 1 6 は角度  $\phi = 0^\circ$  の場合、ライン L 1 7 は角度  $\phi = 30^\circ$  の場合、ライン L 1 8 は角度  $\phi = 45^\circ$  の場合をそれぞれ示している。この結果から、液晶印加電圧を 0 V から徐々に上げていくと、4. 5 V 付近までに透過率が 0 % に下がるが、さらに液晶印加電圧を上げていくと透過率が再上昇しており、その上昇幅は実施例 3 のものと比べて大きいことが理解される。さらに、液晶印加電圧が 1 V 付近での透過率が、角

度  $\phi = 0^\circ$  から大きくなるにつれて低下している。したがって構成 3 のものは本比較例 3 のものと比べて視角依存性が若干改善されていることが理解される。

【0030】なお、以上の構成では、延伸された高分子化合物を用いた例を説明したが、ポリカーボネートやポリエステルなどの液晶性高分子を傾斜配向させたものも用いることができる。

【0031】図 1 6 は、本発明の一実施例である位相差板の斜視図である。位相差板 4 1 は、延伸された高分子化合物、たとえばポリスチレンなどの光学的異方性を有する材料が厚さ  $d$  の平板状に形成されており、表面を  $x-y$  平面とする直交座標系  $xyz$  を定義すると、屈折率楕円体の 3 つの主屈折率  $n_a, n_b, n_c$  のうち、主屈折率  $n_a$  の方向は  $y$  軸に平行であり、主屈折率  $n_b$  の方向は主面である表面の法線方向（図 1 6 中の  $z$  軸）に対して  $y$  軸まわりを角度  $\theta$  で矢印 6 0 の方向に傾斜している。また、主屈折率  $n_c$  の方向は表面に沿って  $x$  軸まわりに角度  $\theta$  で矢印 5 9 の方向に傾斜している。さらに主屈折率  $n_a, n_b, n_c$  には、 $n_a = n_c > n_b$  の関係が成立する。

【0032】図 1 7 は、本発明のさらに他の実施例である位相差板 4 2 の斜視図である。位相差板 4 2 は、前述の図 1 6 に示される位相差板 4 1 を 2 枚積層して構成されている。すなわち位相差板 4 2 は、第 1 位相差板 4 1 a の主屈折率  $n_b$  が傾斜した方向 6 1 a に対して、第 2 位相差板 4 1 b の主屈折率  $n_b$  が傾斜した方向 6 1 b とのなす角度が、約 90 度である。

【0033】図 1 8 は、本発明の他の実施例である液晶表示装置 5 4 の分解断面図である。液晶表示装置 5 4 は、表面に ITO などから成る透明電極層 4 8、4 9 およびポリイミド、ポリビニルアルコールなどから成る配向膜 5 0、5 1 が形成された一対のガラス基板 4 6、4 7 の間に、ネマティック液晶などから成る液晶層 5 2 が樹脂などから成る封止部材 5 3 で封入されることによって構成される液晶表示素子 4 5 と、液晶表示素子 4 5 の両側に配置される一対の偏光板 4 3、4 4 とを含み、液晶表示素子 4 5 と偏光板 4 3 との間に図 1 7 に示す位相差板 4 2 が介在して、図 1 8 の示す順序で積層されることによって構成される。

【0034】配向膜 5 0、5 1 の各表面は、介在する液晶分子が約 90 度のねじれ配向するように、予めラビング処理が施されており、図 1 9 の平面図に示すように、ガラス基板 4 6 上の配向膜 5 0 のラビング方向は矢印 6 2 の方向であり、ガラス基板 4 7 上の配向膜 5 1 のラビング方向は、矢印 6 2 に対して垂直な矢印 6 3 の方向に処理されている。

【0035】図 2 0 は、図 1 8 に示す液晶表示装置 5 4 の分解斜視図である。偏光板 4 3 の透過軸 6 4 と偏光板 4 4 の透過軸 6 5 とが互いに直交するように配置されているとともに、偏光板 4 4 の透過軸 6 5 と、液晶表示素

子 4 5 の配向膜 5 0 のラビング方向 6 2 と、位相差板 4 1 b の主屈折率  $n_b$  が傾斜している方向 6 1 b とが互いに平行、かつ液晶表示素子 4 5 の配向膜 5 0 のラビング方向 6 2 と、位相差板 4 1 b の主屈折率  $n_b$  が傾斜している方向 6 1 b とが反対方向となるように設定される。

【0036】一方、偏光板 4 3 の透過軸 6 4 と液晶表示素子 4 5 の配向膜 5 1 のラビング方向 6 3 と位相差板 4 1 a の主屈折率  $n_b$  が傾斜している方向 6 1 a とが互いに平行、かつ液晶表示素子 4 5 の配向膜 5 1 のラビング方向 6 3 と、位相差板 4 1 a の主屈折率  $n_b$  が傾斜している方向 6 1 a とが同じ方向となるように設定されている。したがって、液晶表示素子 4 5 の液晶層 5 2 に電圧を印加しないとき、液晶表示装置 5 4 が光を透過して白色表示を行う方式、いわゆるノーマリホワイト表示方式で構成されている。なお、位相差板 4 2 は、偏光板 4 3 と偏光板 4 4 の間のいずれかに介在していれば位相補償が可能となり、偏光板 4 4 と液晶表示素子 4 5 との間に介在してもかまわない。

【0037】次に、こうして得られる液晶表示装置 5 4 の具体的実施例とその視角依存性を測定した結果を説明する。図 2 1 は、液晶表示装置 5 4 の視角依存性の測定系を示す概略斜視図である。液晶表示装置 5 4 を構成する液晶表示素子 4 5 のガラス基板 4 6 と位相差板 4 1 b とが接触する面 6 6 を直交座標系  $x y z$  の基準面  $x - y$  に設定して、面 6 6 の法線方向 6 7 に対して角度  $\phi$  の方向であって、座標原点から所定距離の位置に前述の図 5 と同様に、一定の立体受光角を有する受光素子 7 1 を配置して、偏光板 4 4 側から波長 5 5 0 nm の単色光を入射する。なお、受光素子 7 1 の出力は、増幅器 7 2 で所定のレベルに増幅され、波形メモリやレコーダなどの記録手段 7 3 によって記録される。測定方向は、正視角方向、右方向、反視角方向、左方向の 4 方向である。

【0038】(実施例 1)

図 1 8 の液晶表示装置 5 4 において、液晶層 5 2 として屈折率異方性  $\Delta n$  が 0.08 であるネマティック液晶材料を用い、液晶 5 2 の厚さを 4.5  $\mu\text{m}$  に設定するとともに、位相差板 4 2 を構成する位相差板 4 1 a、4 1 b

としてポリスチレンなどの高分子化合物を延伸したものであって、図 1 6 に示すように、主屈折率  $n_c$  と主屈折率  $n_a$  との差および位相差板 4 1 a、4 1 b の厚さ  $d$  との積  $(n_c - n_a) \times d$  を意味する第 1 のリタデーション値が 0 nm であって、主屈折率  $n_c$  と主屈折率  $n_b$  との差および位相差板 4 1 a、4 1 b の厚さ  $d$  の積  $(n_c - n_b) \times d$  を意味する第 2 のリタデーション値が 1 0 0 nm である一軸性のものを使用しており、主屈折率  $n_b$  の方向が位相差板 4 1 a、4 1 b の表面の法線方向に対して矢印 6 0 で示す時計まわりに 2 0 度傾いており、同様に主屈折率  $n_c$  の方向が表面に対して 2 0 度の角度をなしている。

【0039】このような液晶表示装置 5 4 を図 2 1 に示す測定系に設置して、受光素子 7 1 が一定の角度  $\phi$  で固定された場合に、液晶表示素子 4 5 への印加電圧に対する受光素子 7 1 の出力レベルを測定し、その結果を図 2 2 の透過率-液晶印加電圧特性のグラフとして示す。図 2 2 において、ライン L 2 1 は角度  $\phi = 0$  度の場合の特性曲線を示す。またライン L 2 2、L 2 3、L 2 4、L 2 5 は、正視角方向、右方向、反射角方向、左方向に角度  $\phi = 3 0$  度傾けた位置から見たときの特性曲線をそれぞれ示している。この結果から、印加電圧が 3.5 V から 5.5 V で、透過率がほとんどフラットであることが確認される。その上、電圧の印加時の透過率が真上から見たときと、視角を傾けたときとあまり透過率が変化していないことが確認される。

【0040】また、ライン L 2 3、L 2 5 において、真上から見たときの印加電圧-透過率特性とほとんど変化せず、左右の非対称性もほとんどないことが確認される。さらにライン L 2 4 において、電圧印加時の透過率がかなり落ちており、黒表示ができ、反視角方向が改善されていることが確認される。

【0041】液晶表示装置 5 4 の正視角方向と反視角方向のコントラスト比を以下の表 1 に示す。

【0042】

【表 1】

	コントラスト比	
	正視角方向	反視角方向
液晶表示装置 5 4	7 6	1 8
液晶表示装置 8 0	1 0	8
位相差板無し TN	4 2	4

【0043】(比較例 4)

図 2 3 の液晶表示装置 8 0 は、位相差板 8 2 を除いて図 1 8 の液晶表示装置 5 4 と同様の構成であって、液晶層 5 2 として屈折率異方性  $\Delta n$  が 0.08 であるネマティ

ック液晶材料を用い、液晶 5 2 の厚さを 4.5  $\mu\text{m}$  に設定するとともに、図 1 6 に示した位相差板 4 1 の代わりに図 2 4 に示す位相差板 8 1 を用いている。位相差板 8 2 を構成する位相差板 8 1 a、8 1 b は、ポリスチレン

などの高分子化合物を延伸したものであって、第1のリタデーション値  $(n_c - n_a) \times d$  が0nmであって、第2のリタデーション値  $(n_c - n_b) \times d$  が100nmである一軸性のもので、主屈折率  $n_b$  の方向は表面の法線方向と平行に形成されている。

【0044】第1の位相差板81aの主屈折率  $n_c$  の方向83aはガラス基板47上の配向膜51のラビング方向63と平行に、第2の位相差板81bの主屈折率  $n_c$  の方向83bはガラス基板46上の配向膜50のラビング方向62と平行にそれぞれ配置されている。

【0045】図25は、液晶表示装置80の印加電圧-透過率特性を示すグラフである。図25において、液晶表示装置80を真上から見たときの特性曲線がラインL26で示されており、正視角方向、右方向、反視角方向、左方向に  $\phi = 30$  度傾けた位置から見たときの特性曲線が、それぞれラインL27、L28、L29、L30で示されている。図25のラインL27において、印加電圧が2.7Vで一度下がった透過率は3.0Vから再上昇していることが確認され、反転現象が生じる。その上、電圧の印加時の透過率は視角を傾けると低下していることが確認される。

【0046】また、ラインL28、L30は、図22のラインL23、L25に比べて、やや左右が非対称であることが確認される。さらにラインL29において、電圧印加時の透過率が落切れていないことが確認された。

【0047】したがって、図18に示す液晶表示装置54の視角特性は、図23に示す従来の液晶表示装置80の視角特性に比べてかなり改善されていることが分かる。なお、位相差板41としては、液晶性高分子を傾斜配向させたものや高分子フィルムをローリングさせたものでもよい。ローリングとは、上下ローラの間にフィルムを通すことである。

【0048】(実施例2)

図26の液晶表示装置85は、位相差板86を除いて図18の液晶表示装置54と同様の構成であって、液晶層52として屈折率異方性  $\Delta n$  が0.08であるネマティック液晶材料を用い、液晶層52の厚さを4.5  $\mu\text{m}$  に設定するとともに、図16に示した位相差板41の代わ

りに図27に示す位相差板86を用いている。位相差板86は、ポリスチレンなどの高分子化合物を延伸したものであって、第1のリタデーション値  $(n_c - n_a) \times d$  が0nmであって、第2のリタデーション値  $(n_c - n_b) \times d$  が200nmの一軸性のもので、主屈折率  $n_b$  の方向が位相差板86の表面の法線方向に対して矢符60で示す時計まわりに25度傾いており、同様に主屈折率  $n_c$  の方向が表面に対して25度の角度をなしている。

10 【0049】図28は、液晶表示装置85の構成を示す斜視図である。図28に示すように、液晶表示装置85の偏光板43、44の透過軸64、65はガラス基板46、47上の配向膜50、51のラビング方向62、63とそれぞれ垂直となるように配置され、位相差板86の異方性方向の主屈折率  $n_b$  が傾斜した方向87はガラス基板46の配向膜50のラビング方向62と反対方向となるように配置する。したがって、液晶表示装置85は電圧の印加時において光を透過して白色表示を行ういわゆるノーマリホワイト表示を行う。

20 【0050】図29は、液晶表示装置85の印加電圧-透過率特性を示すグラフである。図31において液晶表示装置85の真上、すなわち  $\phi = 0$  度から見たときの特性曲線が実線L31で示されている。また、液晶表示装置85の正視角方向および反視角方向に  $\phi = 30$  度傾けた位置から見たときの特性曲線がそれぞれラインL32、L33で示されている。図29のラインL32において、印加電圧が3.5Vから5.5Vで、透過率がほとんどフラットであることが確認される。その上、電圧印加時の透過率が真上から見たときと、視角を傾けたときとあまり透過率が変化していないことが確認される。またラインL33において、電圧印加時の透過率がかなり落ちており、黒表示ができ、反視角方向が改善されていることが確認される。

【0051】液晶表示装置85の正視角方向と反視角方向のコントラスト比を下記の表2に示す。

【0052】

【表2】

	コントラスト比	
	正視角方向	反視角方向
液晶表示装置85	147	19
液晶表示装置88	11	7
位相差板無しTN	42	4

【0053】(比較例5)

図30の液晶表示装置88は、位相差板89を除いて図26の液晶表示装置85と同様の構成であって、液晶層

52として屈折率異方性  $\Delta n$  が0.08であるネマティック液晶材料を用い、液晶層52の厚さを4.5  $\mu\text{m}$  に設定するとともに、図27に示す位相差板86の代わり



に図31に示す位相差板89を用いている。位相差板89は、ポリスチレンなどの高分子化合物を延伸したものであって、第1のリタレーション値 $(n_c - n_a) \times d$ が0nmであり、第2のリタレーション値 $(n_c - n_b) \times d$ が200nmの一軸性のもので、主屈折率 $n_b$ の方向が表面の法線方向と平行に形成されている。また図30において位相差板89の主屈折率 $n_c$ の方向が表面に対して平行に形成されている。位相差板89の主屈折率 $n_c$ の方向90はガラス基板46の配向膜50のラビング方向62と平行に配置されている。

【0054】図32は、液晶表示装置88の印加電圧－透過率特性を示すグラフである。図32において液晶表示装置88を真上から見たときの特性曲線がラインL34で示され、正視角方向および反視角方向に $\phi = 30$ 度傾けた位置から見たときの特性曲線がそれぞれラインL35、L36で示されている。図32のラインL34において、印加電圧が2.7Vで一度下がった透過率が3.0Vから再上昇していることが確認され、反転現象が生じる。その上、電圧の印加時の透過率は視角を傾けると低下していることが確認される。同様に図32のラインL36において、電圧印加時の透過率は落ちきれていないことが確認された。

【0055】したがって、図26に示す液晶表示装置85の視角特性は、図30に示す従来の液晶表示装置88の視角特性に比べてかなり改善されていることが分かる。なお、位相差板86としては、液晶性高分子を傾斜配向させたものや高分子フィルムをローリングさせたものなどでもよい。

#### 【0056】

【発明の効果】本発明によれば、主屈折率が $n_a > n_b$ 、 $n_c > n_b$ の屈折率異方性が負であり、主屈折率の方向を傾けた位相差板、特に主面内の主屈折率 $n_a$ または $n_c$ の方向を軸として法線方向の主屈折率 $n_b$ の方向と、もう一方の主屈折率 $n_c$ または $n_a$ の方向を傾斜した位相差板を少なくとも1枚配置することによって、液晶表示素子で生じる視角に対応した位相差を解消することができ、液晶表示素子における反転現象に起因するコントラスト比の低下および反視角方向の視角特性がさらに改善される。このとき本発明によれば、傾斜した主屈折率の方向と最近接する液晶表示素子基板内面のラビング方向が平行であるため、最近接する液晶分子から位相差板に伝播される偏光が液晶分子配向方向と位相差板主屈折率方向の間のずれに起因して複屈折による干渉色を呈するということがなく、したがって、白黒表示におけるコントラスト比がさらに向上し、液晶表示装置の表示品位が格段に向上する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の前提となる構成において用いられる位相差板1の斜視図である。

【図2】本発明の前提となる液晶表示装置の分解断面図

である。

【図3】液晶表示素子のラビング方向および正視角方向を示す概略図である。

【図4】図2に示す液晶表示装置2の分解斜視図である。

【図5】液晶表示装置の視角依存性の測定系を示す概略斜視図である。

【図6】構成1における液晶表示装置2の透過率－液晶印加電圧特性を示すグラフである。

10 【図7】従来の位相差板31の主屈折率 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ を示す斜視図である。

【図8】位相差板31を用いた従来の液晶表示装置32の構成を示す分解斜視図である。

【図9】比較例1における液晶表示装置32の透過率－液晶印加電圧特性を示すグラフである。

【図10】構成2における液晶表示装置2の透過率－液晶印加電圧特性を示すグラフである。

【図11】比較例2における液晶表示装置32の透過率－液晶印加電圧特性を示すグラフである。

20 【図12】構成3における液晶表示装置2の構成を示す分解斜視図である。

【図13】構成3における液晶表示装置2の透過率－液晶印加電圧特性を示すグラフである。

【図14】従来の位相差板31a、31bを用いた液晶表示装置51の構成を示す分解斜視図である。

【図15】比較例3における液晶表示装置51の透過率－液晶印加電圧特性を示すグラフである。

【図16】本発明の一実施例で用いられる位相差板41の斜視図である。

30 【図17】本発明のさらに他の実施例で用いられる位相差板42の斜視図である。

【図18】本発明の一実施例である液晶表示装置54の分解断面図である。

【図19】液晶表示素子45のラビング方向を示す平面図である。

【図20】液晶表示装置54の分解斜視図である。

【図21】液晶表示装置54の視角依存性の測定系を示す概略斜視図である。

【図22】実施例1における液晶表示装置54の透過率－液晶印加電圧特性を示すグラフである。

40 【図23】比較例4の液晶表示装置80の構成を示す分解斜視図である。

【図24】液晶表示装置80に用いられる位相差板81の主屈折率 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ を示す斜視図である。

【図25】比較例4における液晶表示装置80の透過率－液晶印加電圧特性を示すグラフである。

【図26】実施例2の液晶表示装置85の構成を示す分解断面図である。

50 【図27】液晶表示装置85に用いられる位相差板86の主屈折率 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ を示す斜視図である。



17

18

【図28】液晶表示装置85の構成を示す分解斜視図である。

【図29】実施例3における液晶表示装置85の透過率－液晶印加電圧特性を示すグラフである。

【図30】比較例5における液晶表示装置88の構成を示す分解斜視図である。

【図31】液晶表示装置88に用いられる位相差板89の主屈折率 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ を示す斜視図である。

【図32】比較例5における液晶表示装置88透過率－液晶印加電圧特性を示すグラフである。

【符号の説明】

1, 1a, 1b, 41, 41a, 41b, 86 位相差

板

2, 54, 85 液晶表示装置

3, 4, 43, 44 偏光板

5, 45 液晶表示素子

6, 7, 46, 47 ガラス基板

8, 9, 48, 49 透明電極層

10, 11, 50, 51 配向膜

12, 52 液晶層

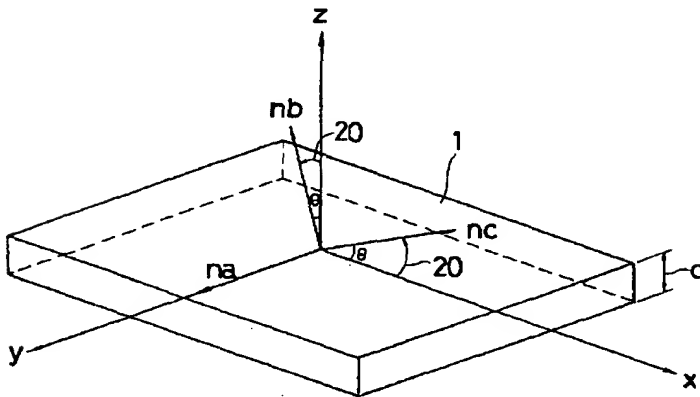
21, 22, 62, 63 ラビング方向

10 23, 24, 64, 65 透過軸方向

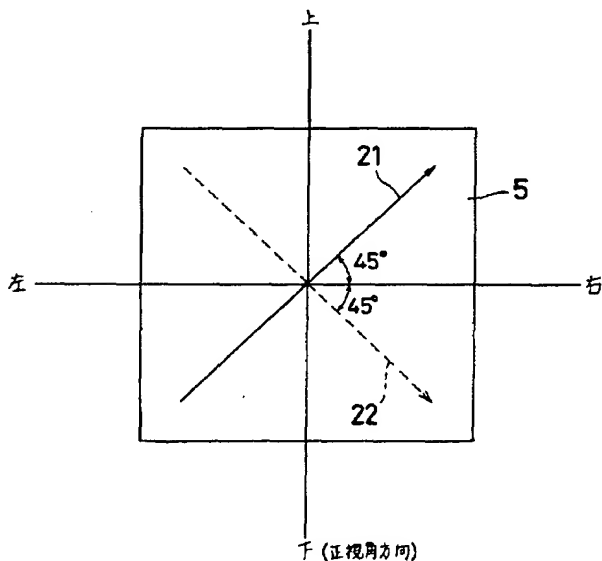
25, 25a, 25b 最小主屈折率 $n_a$ の方向

61a, 61b, 87 主屈折率 $n_b$ の傾斜方向

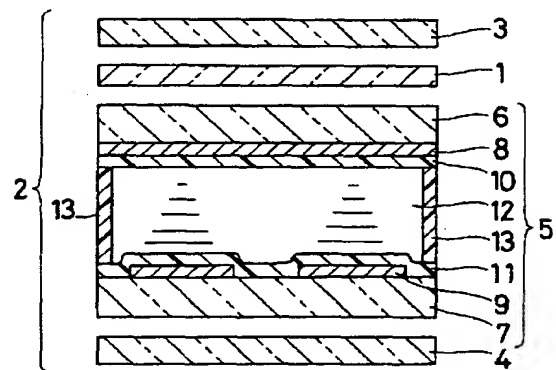
【図1】



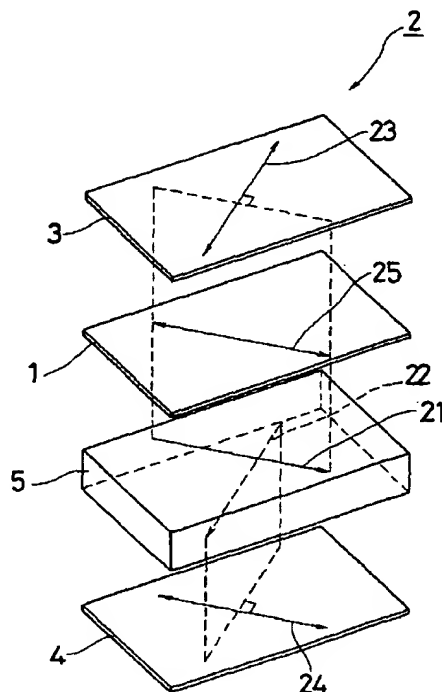
【図3】



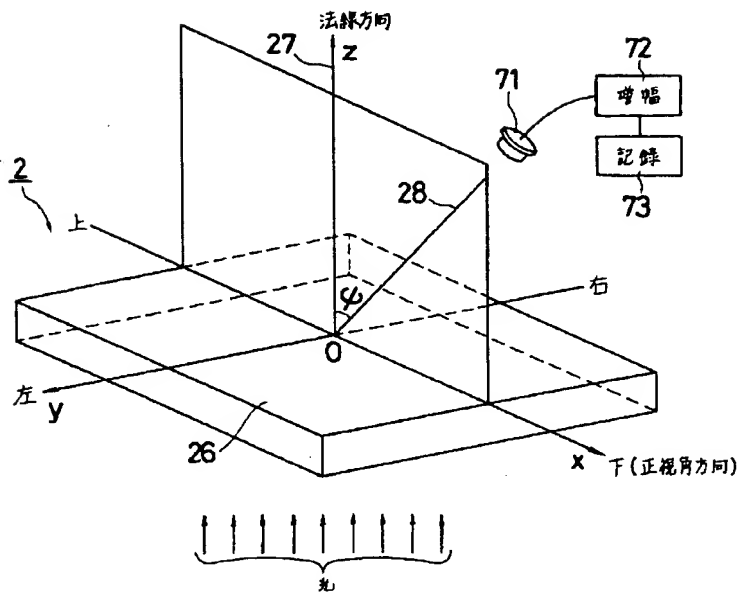
【図2】



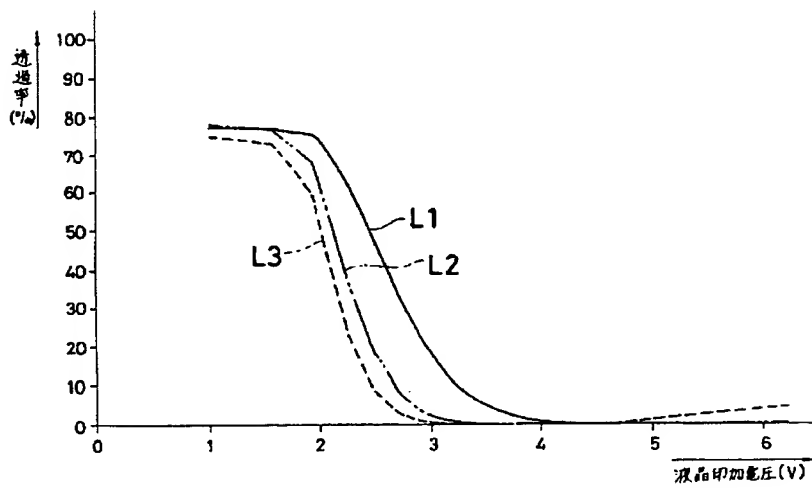
【図4】



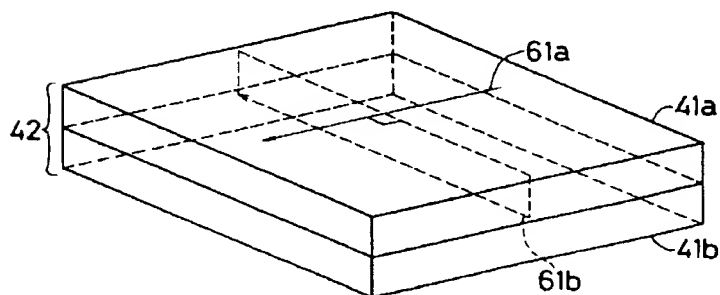
【図5】



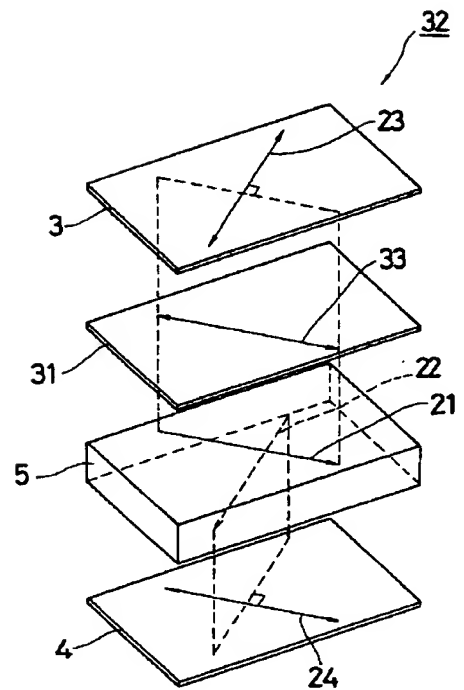
【図6】



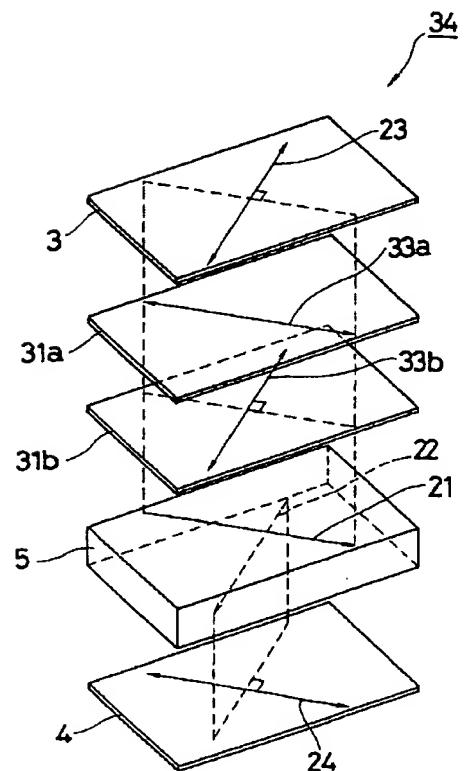
【図17】



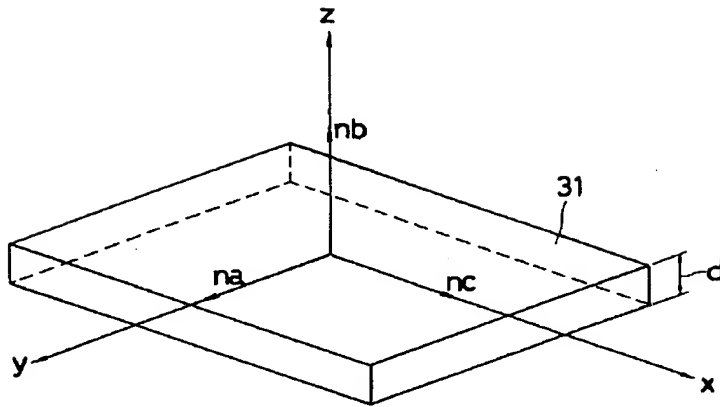
【図8】



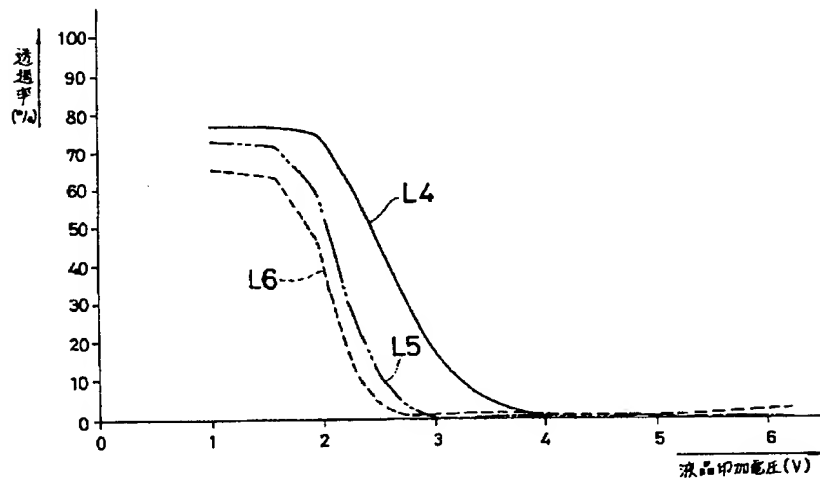
【図14】



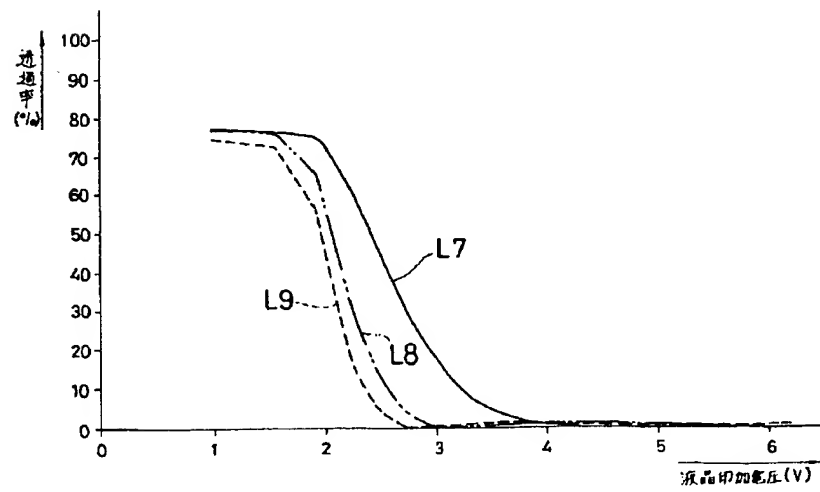
【図 7】



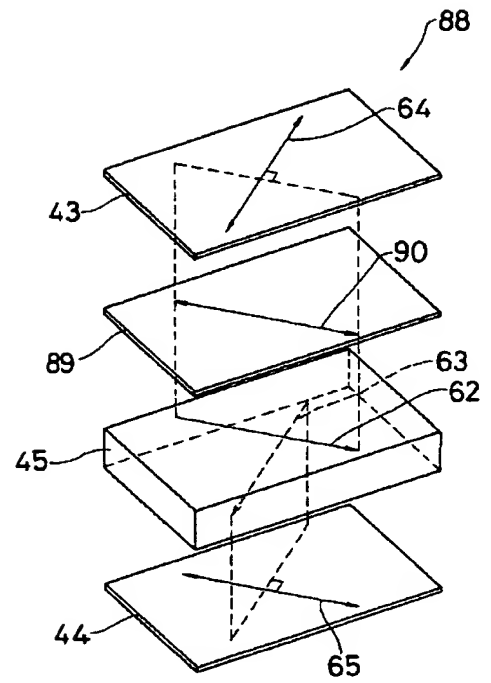
【図 9】



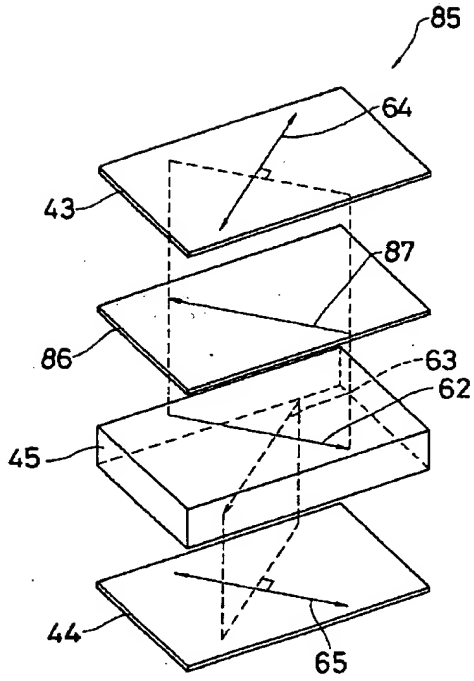
【図 10】



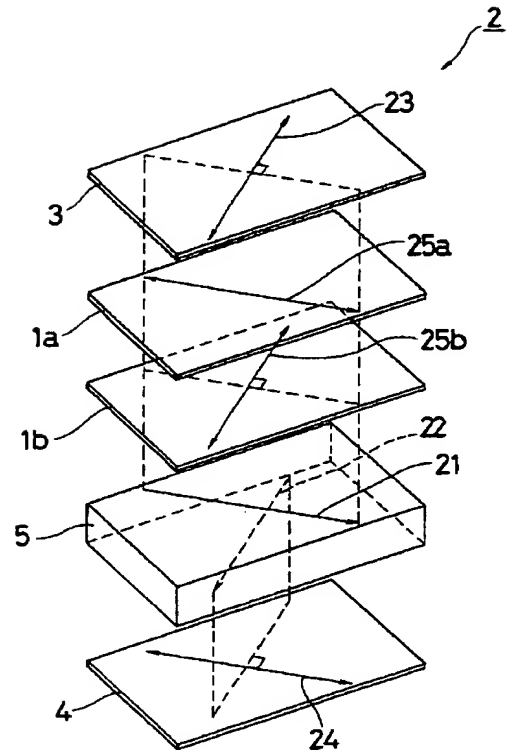
【図 30】



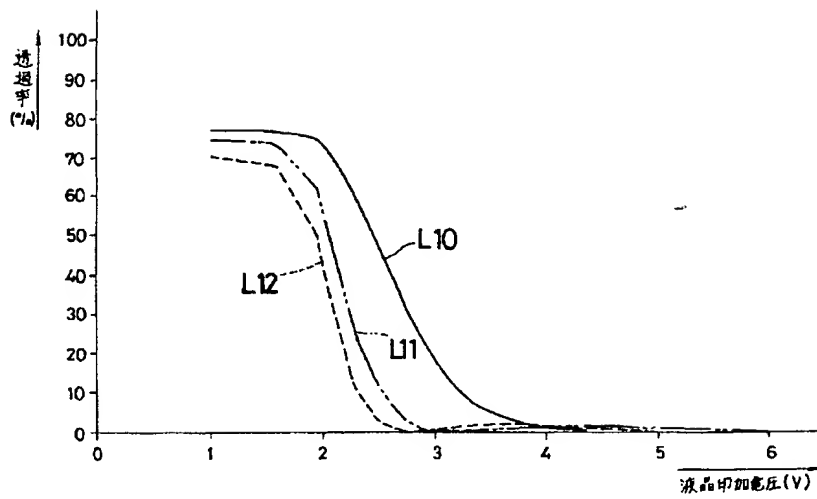
【図 28】



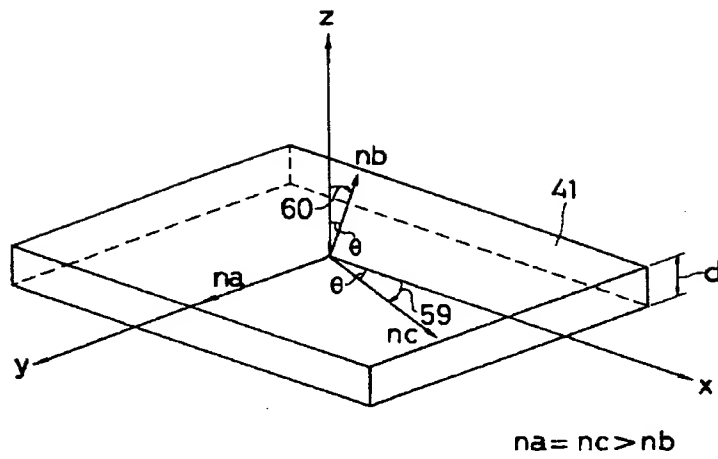
【図 12】



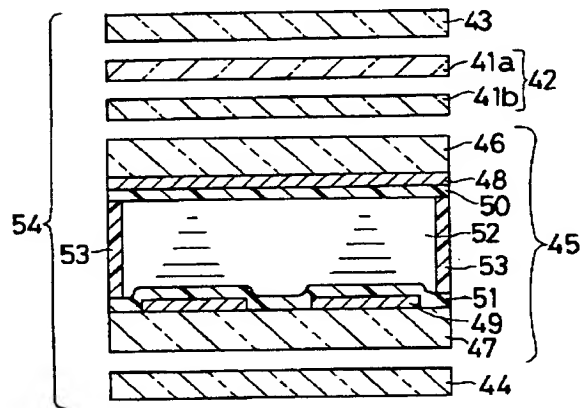
【図 11】



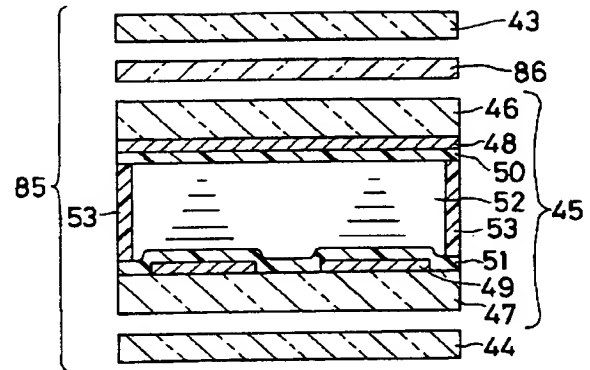
【図16】



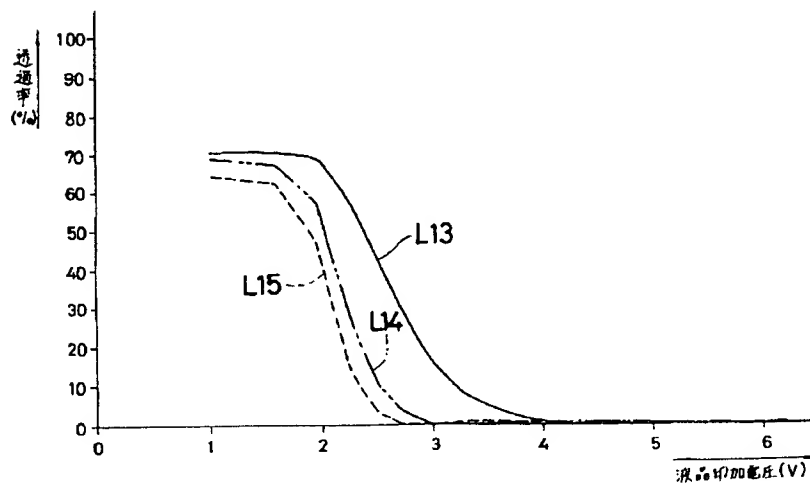
【図18】



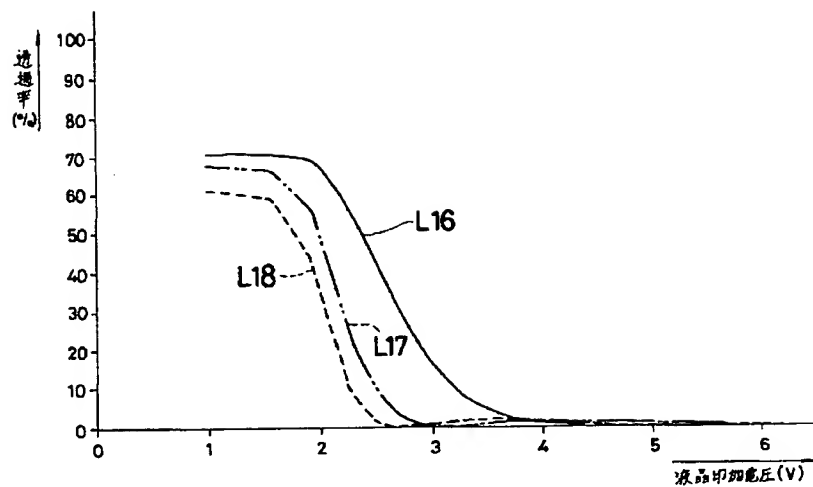
【図26】



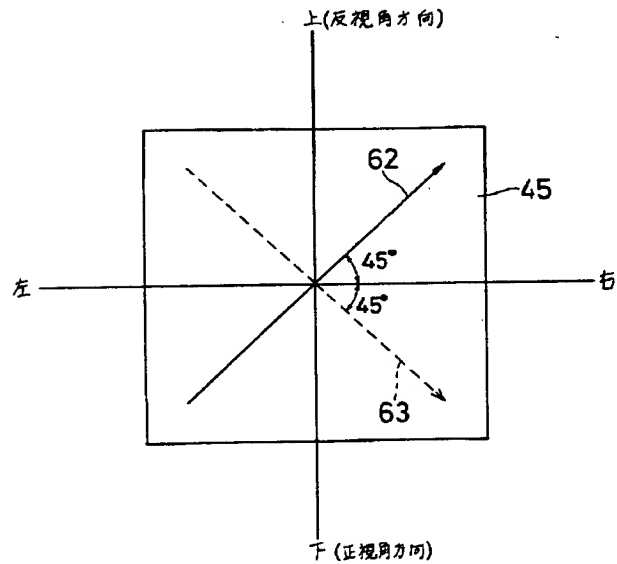
【図13】



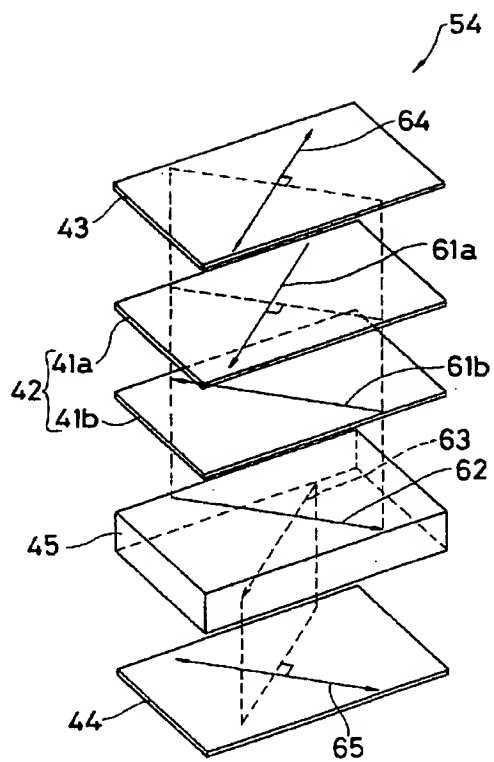
【図15】



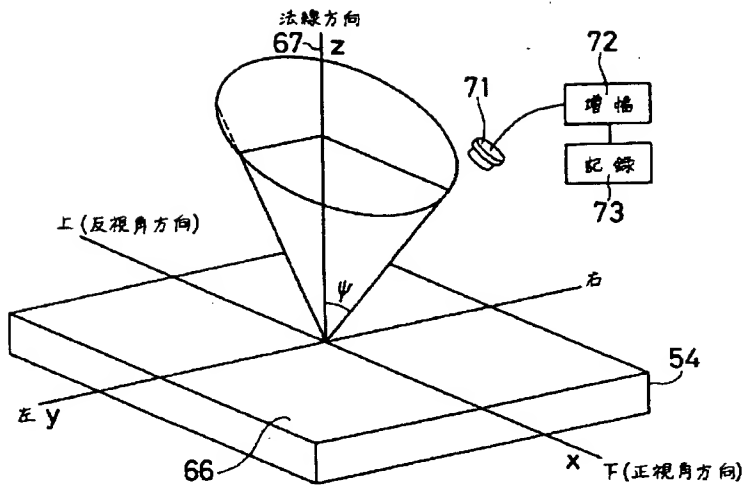
【図19】



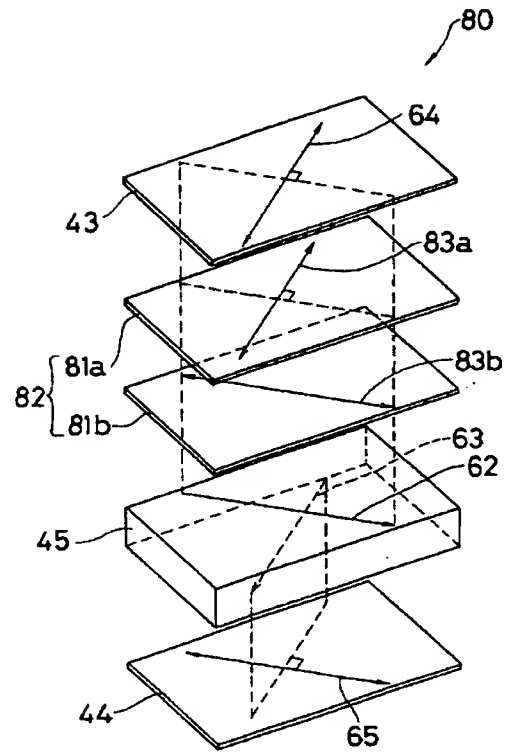
【図20】



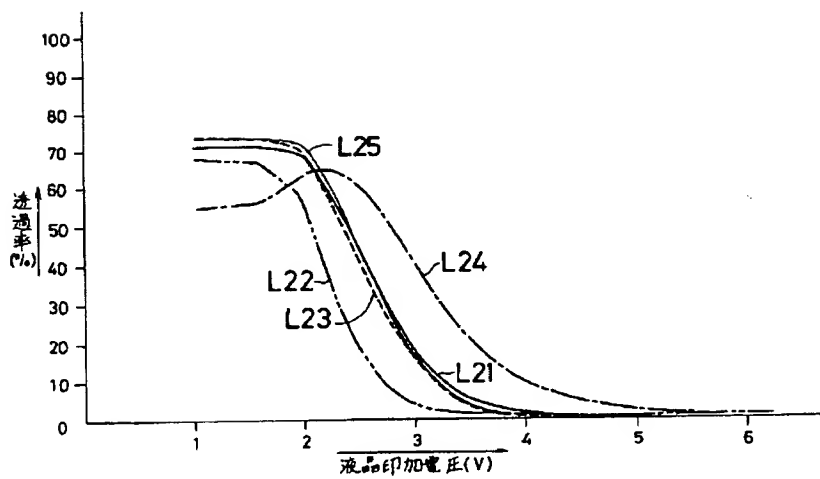
【図21】



【図23】

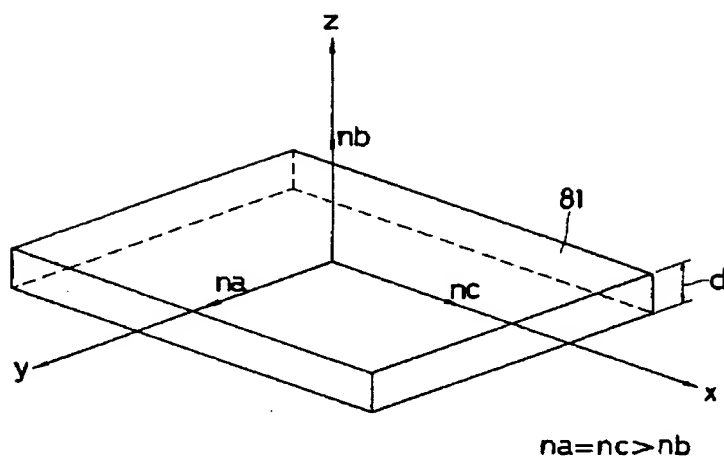


【図22】

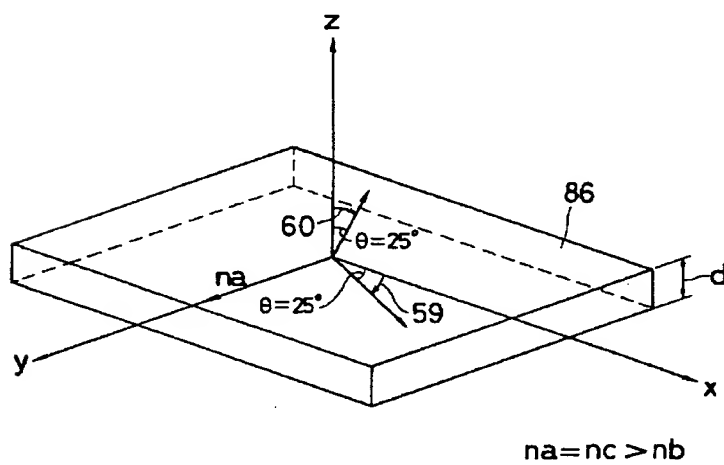




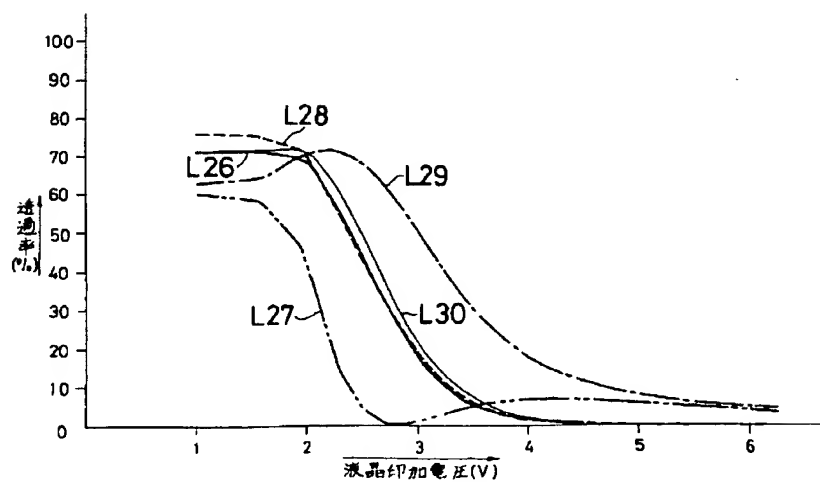
【図24】



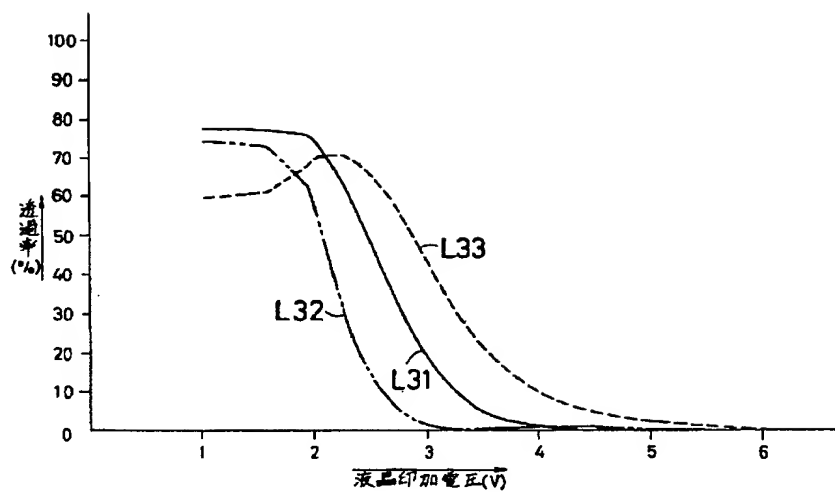
【図27】



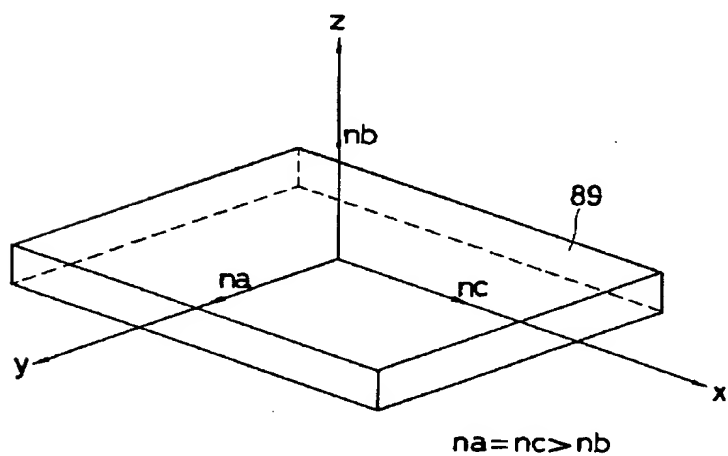
【図25】



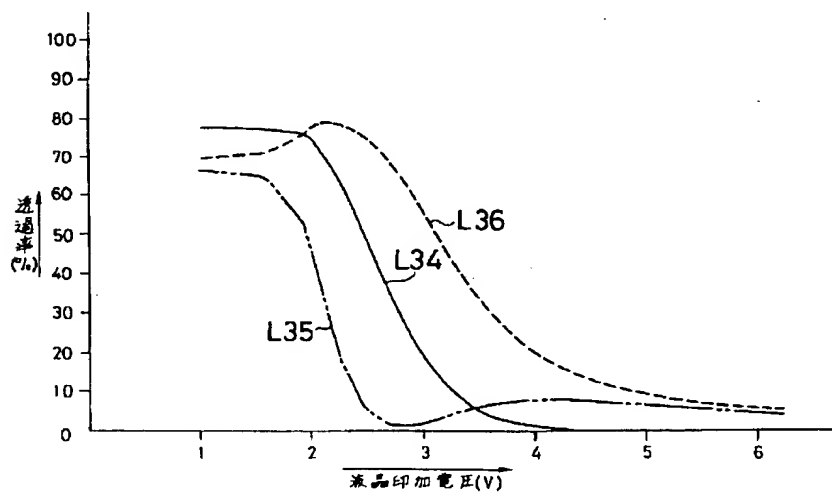
【図29】



【図31】



【図32】



フロントページの続き

(72)発明者 原 照佳  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
シャープ株式会社内

(72)発明者 神崎 修一  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
シャープ株式会社内

(56)参考文献 特開 昭63-239421 (J P, A)  
特開 平4-258923 (J P, A)